Aus dem Tropenmedizinischen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. H. J. Knüttgen

Methodische Untersuchungen zur lokalen Verteilung der Schweißbildung

Einfluß der Zahl der Meßstellen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ben Jelloun Mohamed
aus Fés/Marokko

1969

Aus dem Tropenmedizinischen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. H. J. Knüttgen

Methodische Untersuchungen zur lokalen Verteilung der Schweißbildung

Einfluß der Zahl der Meßstellen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ben Jelloun Mohamed
aus Fés/Marokko

1969

Vervielfältigt mit Unterstützung
des
Deutschen Akademischen Austauschdienstes

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. J. Hirschmann

1. Berichterstatter: Professor Dr. W. Höfler
2. Berichterstatter: Professor Dr. H. Knüttgen

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung und Fragestellung
II. Methodik und Versuchsanordnung
III. Ergebnisse
IV. Diskussion und Schlußfolgerung
V. Literaturverzeichnis

Einleitung und Fragestellung

Der Wärmeaustausch von der Körperoberfläche an die Umgebung geschieht durch Strahlung und Leitung. Diese Art der Wärmeabgabe überwiegt, solange die Außentemperatur nicht über 32 Grad steigt (WINSLOW u. HERRINGTON 1949). Die Verdünstungswärmeabgabe, die bis zu dieser Temperatur gering war (perspiratio insensibilis), geht dann in Schwitzen über (perspiratio sensibilis).

Die Schweißdrüsen der menschlichen Haut sind also nicht dauernd, sondern nur unter bestimmten Umständen tätig. Außerdem gibt es große lokale Unterschiede. An dem "emotionalen" Schwitzen bei seelischer Erregung sind zum Beispiel die Handflächen und bestimmte Teile des Gesichts besonders stark beteiligt.

An dem "thermischen" Schwitzen sind nicht alle ekkrinen Schweißdrüsen gleich stark beteiligt. Die Versuche von WEINER (1945) ergaben, daß manche Stellen des menschlichen Körpers, wie Handflächen und Fußsohlen viel mehr am emotionalen Schwitzen als am thermalen Schwitzen teilnehmen. Außerdem stellte WEINER fest, daß in der Schweißbildung bei seinen drei Versuchspersonen individuelle Unterschiede vorhanden waren.

Diese Fragen wurden vor allem von japanischen Forschern mit verschiedenen Methoden (Zählung der Schweißtropfen auf der Haut, Jodstärkereaktion, Punktion einzelner Schweißdrüsenausführungsgänge) eingehend bearbeitet. Die Ergebnisse wurden von KUNO in einer Monographie zusammengefaßt.

Später wurde beobachtet (HÖFLER), daß bei der Hitzeakklimatisation nicht alle Körperteile in gleichem Maße an der Zunahme der Schweißproduktion teilnehmen. Im Physiologischen Laboratorium des Tropenmedizinischen Instituts wurde dies in mehreren Untersuchungen gefunden (SCHMOLL 1967, VOIGT 1967, LAASER 1968).

Dabei wurde die lokale Verteilung der Schweißproduktion nach der Methode von WEINER gemessen. Die Einzelheiten der Technik werden weiter unten beschrieben. Das

Prinzip besteht darin, daß die Schweißbildung an einer größeren Anzahl ausgewähler Hautareale gemessen wird, aus denen dann die mittlere Schweißproduktion der einzelnen Körperteile berechnet wird.

Die orginale Methode von WEINER sah dafür 30 Messstellen vor. Das verlangt einen großen Arbeitsaufwand. Eine Routinemethode, die bei Akklimationsversuchen täglich über mehrere Wochen angewandt werden soll, müßte etwas einfacher sein. Außerdem muß die Messung, die an der ruhenden Versuchsperson im Anschluß an eine vorausgegangene Hitzearabeit vorgenommen wird in nicht zu langer Zeit beendet werden. Den Einfluß des Zeitfaktors hat BAKRI (Dissertation Tübingen 1969) untersucht. Dabei hat sich ergeben, daß die Messung nicht mehr als 30 Min. dauern sollte.

Dies läßt sich nur mit einer nicht zu großen Zahl von Meßstellen erreichen. Diese Arbeit befaßt sich mit der Aufgabe, zu untersuchen ob die Ergebnisse durch eine verschiedene Anzahl von Meßstellen wesentlich beeinflußt werden.

Versuchsandordnung und Methodik

Die Versuche wurden an sechs Versuchspersonen durchgeführt. Das Alter lag zwischen 20 und 23 Jahren, die Größe zwischen 164 und 184 cm, das Gewicht zwischen 55 und 79 kg.

Alle 6 Versuchspersonen waren nicht hitzeakklimatisiert. Die Versuche wurden in einer Klimakammer durchgeführt (Firma Meißer & Wurst, Stuttgart). 360 cm Länge, 230 cm Breite, 200 cm Höhe.

Die Temperatur betrug während des Versuches zwischen 34 und 37°C, die Luftfeuchtigkeit 75%.

An jeder Versuchsperson wurden neun Versuche durchgeführt. Diese neun Versuche wurden in einem Zeitabstand von 3 bis 4 Tagen abgewickelt. Damit sollte eine Akklimatisation verhindert werden. Alle 54 Versuche, die an sämtlichen Versuchspersonen durchgeführt worden sind, wurden innerhalb von 8 Wochen gemacht. Die Versuchspersonen waren nur mit Turnhosen und Badeschuhen bekleidet.

Gemessen wurden:
Die Pulsfrequenz in Ruhe und bei der Arbeit alle 5 Minuten mit dem fotoelektrischen Pulszähler nach E. A. MÜLLER. Die Mund- und Rektaltemperatur wurde am Anfang und am Ende der Versuche gemessen.

Zuerst ruhte die Versuchsperson 45 Minuten in einem bequemen Sessel. Dann wurde sie gewogen und leistete anschließend eine Arbeit von 45 Minuten an einem Fahrradergometer nach E. A. MÜLLER bei 7,9 mkp/sec. Die eingestellte Leistung wurde nach der Eichtabelle des Herstellers (Zentralwerkstatt - Göttingen) bestimmt.

Der während 45 Minuten Arbeit vom linken Unterarm und linken Unterschenkel produzierte Schweiß wurde in Plastikbeuteln aufgefangen und volumetrisch bestimmt.

Die Mundtemperatur und Hauttemperatur an Stirn, Brust, Handrücken und Oberschenkel wurden alle 5 Minuten mit Thermoelementen (Ellab - Kopenhagen) gemessen.

Die lokale Verteilung der Schweißproduktion wurde nach der Arbeit im Anschluß an die Methode von WEINER (1945) gemessen. Vorher wurde die Vp. gewogen.

25 Plexisglasringe wurden an den folgenden 25 verschiedenen Körperstellen fixiert (siehe Schema).

1) Stirn
2) Wange
3) Hals über dem musculus sternokleidomastoideus
4) Niveau der mamilla, rechts
5) Rechte Thoraxseite
6) Brust unter der mamilla, links
7) Seitlich am unteren Thorax, links
8) Oberhalb des Nabels, rechts
9) Unterhalb des Nabels, links
10) Linkes Schulterblatt
11) Rücken unterhalb des rechten Schulterblatts
12) Lende links
13) Oberhalb der crista iliaca, rechts
14) Oberarm, Streckseite
15) Oberarm, Beugerseite
16) Unterarm, Streckseite
17) Unterarm, Beugerseite
18) Handrücken
19) Oberschenkel, Streckseite
20) Oberschenkel, lateral
21) Oberschenkel, Beugerseite
22) Oberschenkel, medial
23) Unterschenkel, oben lateral
24) Unterschenkel, gastrocnemius
25) Fußrücken

In den ersten 3 Versuchen wurden die Kapseln sofort nach Beendigung der Arbeit angelegt und mit der Messung begonnen, in den Versuchen 4 bis 6 nach einer Pause von 15 Minuten, in den letzten 3 Versuchen nach einer Pause von 25 Minuten.

Die Kapseln wurden nach der Trocknung der betreffenden Hautareale mit einem Wattebausch im Abstand von 15 Sekunden immer in der gleichen Reihenfolge von 1 bis 25 durch Parafilmfolie (Parafilm "M" - American Company) verschlossen. 6 Minuten später wurden die Folien in gleicher Reihenfolge abgenommen.

Der Schweiß, der sich inzwischen innerhalb der Kapseln gebildet hatte, wurde mit einem vorher auf 1 mg genau gewogenen Tupfer aufgenommen. Die Gewichtszunahme des Tupfers entsprach der Schweißmenge, die sich in jeder Kapsel gebildet hatte. Die Hauttemperaturen wurden anschließend innerhalb der Kapseln gemessen. Zuletzt wurde die Versuchsperson noch einmal gewogen.

Aus der Gewichtsänderung der einzelnen Tupfer wurde zunächst die Intensität der Schweißbildung für die einzelnen Meßstellen in mg/100 cm^2. min.berechnet. Dann wurden die an den Körperteilen Kopf, Stamm, Arm und Bein gefundenen Werte jeweils für den betreffenden Körperteil gemittelt. Dies ist die mittlere Intensität (J) der einzelnen Körperteile. Die Oberfläche dieser Körperteile wurde nach der Methode von DuBOIS bestimmt (siehe Tabelle).
Berechnung der Oberfläche nach Du BOIS:

Kopf: AxBx 0,308
A = Umfang Scheitel-Kinn
B = Umfang Stirn-Occiput über Augenbraue

Arm: F(G + H + I) 0,558
F = äußeres Ende Clavicula bis Unterrand Radius
G = Umfang auf Höhe der axilla
H = größter Unterarmumfang
I = kleinster Umfang Handgelenk

Hand: JxKx 2,22
J = Radius bis Zeigefingerspitze
K = Umfang der offenen Hand

Stamm: L(M + N) 0,703
L = Suprasternalgrube bis oberen Schambeinrand
M = Nabelumfang
N = Brustumfang

Oberschenkel: O(P + Q) 0,508
O = Oberende trochanter maior bis Unterrand Patella
P = Umfang unmittelbar unter Leiste
Q = Hüftumfang auf Höhe der Trochanteren.

Unterschenkel: RxSx 1,40
R = Fußsohle bis Unterrand Patella
S = Umfang auf Höhe Unterrand der Patella

Fuss: T(U + V) 1,04
T = Sohlenlänge
U = Umfang auf Höhe der Basis der 5. Zehe
V = Umfang unter den Knöcheln.

Die Schweißbildung S der einzelnen Körperteile in g/h wurde mit der Formel berechnet:

$$\text{Schweißbildung } S = \frac{\text{Intensität} \times OF(cm^2) \times 0{,}6}{100}$$

Durch Addition dieser Schweißmengen erhält man die "integrale" Schweißmenge, die recht gut mit dem Gewichtsverlust während der Ruhe nach der Arbeit übereinstimmt (BAKRI).

Schließlich wurden die Schweißmengen der einzelnen Körperteile als prozentualer Anteil an der integralen Schweißmenge ausgedrückt.

Diese Berechnungen wurden zunächst unter Verwendung der Meßwerte aller 25 angelegten Kapseln durchgeführt.

Dann wurden die gleichen Berechnungen unter Auslassung von 8 Kapseln , also nur mit 17 Meßwerten noch einmal durchgeführt. Für die Auswahl war entscheidend, daß sich die mittlere Intensität der Schweißbildung für den betreffenden Körperteil möglichst wenig ändern sollte.

Folgende Kapseln wurden nach diesem Kriterium bei der Berechnung nicht berücksichtigt:

Kapsel 4: Brustniveau der mammilla, rechts
Kapsel 9: Unterhalb des Nabels, links
Kapsel 10: Schulterblatt, links
Kapsel 12: Lende, links
Kapsel 13: Oberhalb der crista iliaca, rechts
Kapsel 17: Unterarm, Beugerseite
Kapsel 18: Handrücken
Kapsel 25: Fußrücken

(Vergleiche Schema Abb. 2).

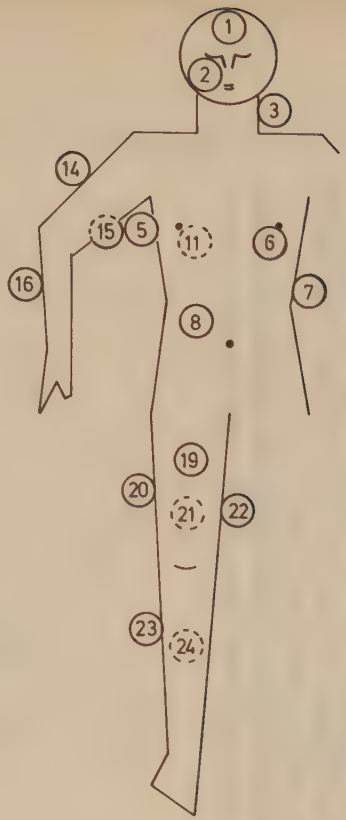


Abb. 2. Meßstellen mit 17 Kapseln

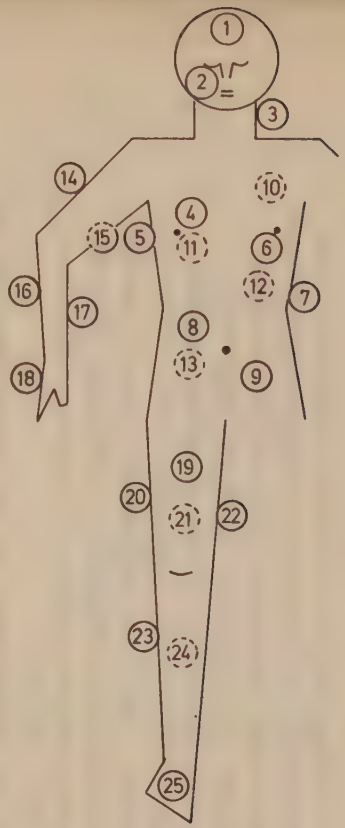


Abb. 1. Anordnung der Kapseln bei Methode I (25 Meßstellen).
Die gestricheltgezeichneten Ringe befinden sich auf der Rückseite des Körpers.

Ergebnisse

I. Unterschied der mittleren Intensitäten nach den beiden Methoden.

Die Abhängigkeit der mittleren Intensität J der Schweißbildung von der Zahl der Meßstellen läßt sich am einfachsten darstellen, wenn man die mittlere Intensität bei reduzierter Zahl der Meßstellen J' gegen die aus allen 25 Kapseln gewonnene mittlere Intensität J aufträgt. Das Ergebnis wird in den Abbildungen 3 - 8 für Versuchsperson I und IV gezeigt.

Beim Stamm schwanken die Veränderungen für alle 6 Versuchspersonen zwischen 8 mg/min • 100 cm^2 und 1 mg/min • 100 cm^2.

Bei den Extremitäten ist die Veränderung noch niedriger. Sie erreicht höchstens 4 mg/min • 100 cm^2.

Wenn man die Veränderungen bei allen 6 Versuchspersonen in % ausdrücken würde, dann fände man, daß VpI die größten Unterschiede zwischen den beiden Methoden zeigt. Die Werte von J' sind für den Stamm mit 17 Kapseln um durchschnittlich 17% niedriger, für den Arm um 12% niedriger, für das Bein um 7% höher als bei der Auswertung aller 25 Kapseln (Abb. 3-5). Bei der Versuchsperson IV fand sich dagegen eine gute Übereinstimmung. Bei den übrigen Versuchspersonen sind die Abweichungen kleiner als bei Vp I und etwas größer als bei Vp IV (siehe Abb. 6-8).

Neue Versuche in dieser Richtung (Dissertation von GAGE, Tübingen 1968) haben diese Ergebnisse bestätigt.

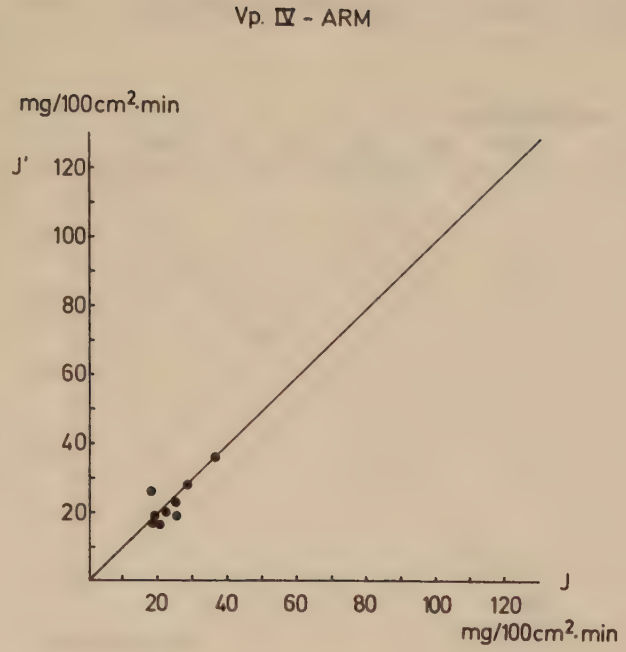


Abb. 6. Mittlere Intensität I am Arm (Vp 4).

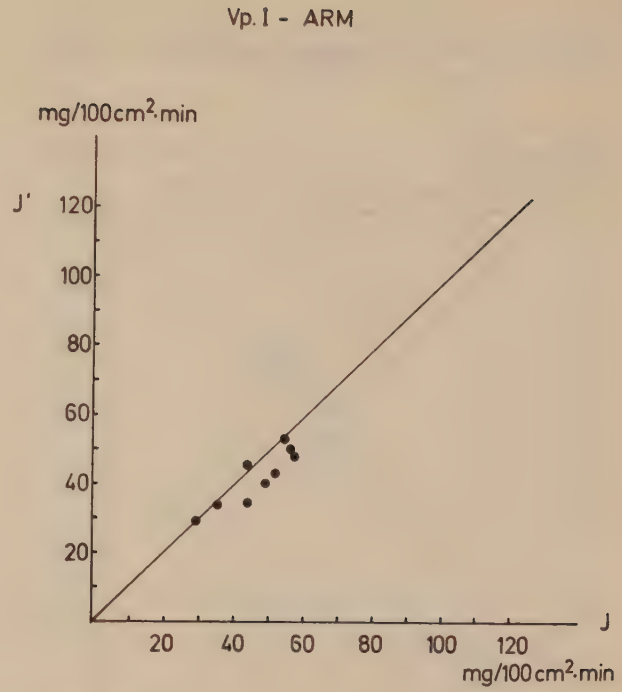


Abb. 3. Mittlere Intensität I am Arm (Vp I).

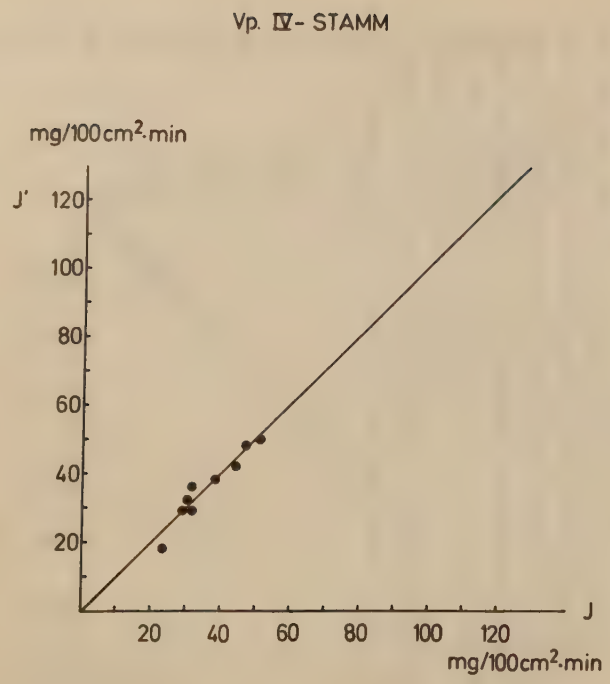


Abb. 7. Mittlere Intensität I am Stamm (Vp 4).

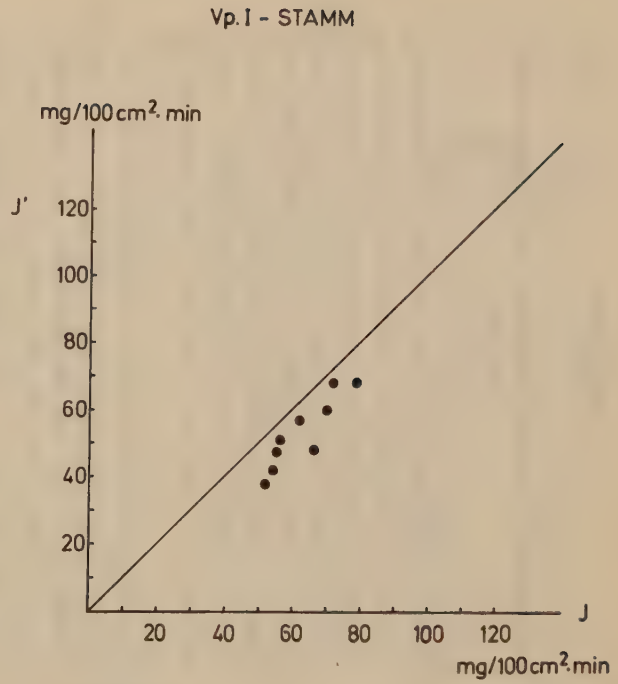


Abb. 4. Mittlere Intensität I am Stamm (Vp 1).

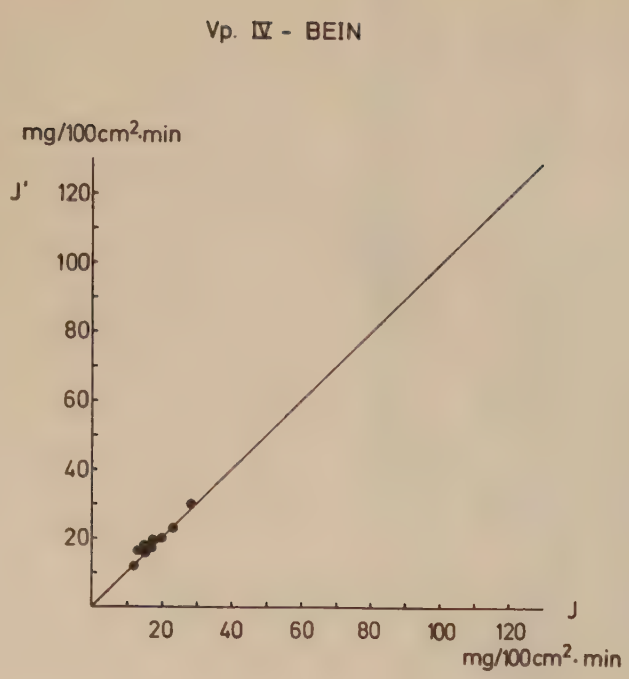


Abb. 8. Mittlere Intensität I am Bein (Vp. 4)

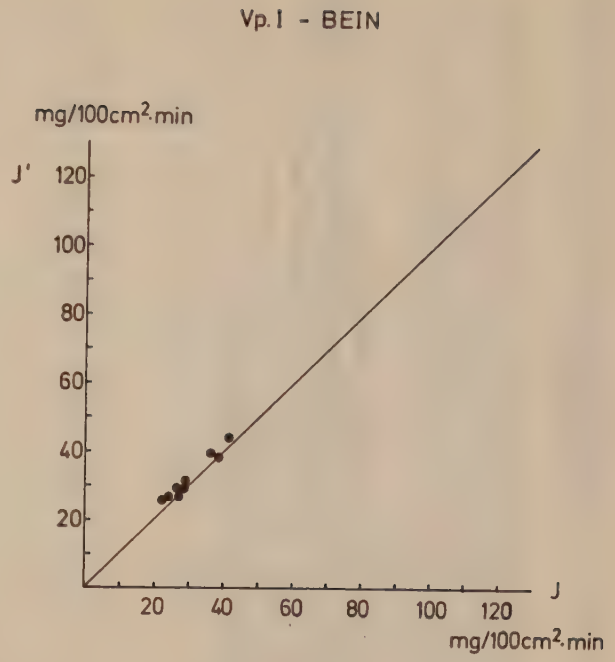


Abb. 5. Mittlere Intensität I am Bein (Vp 1).

II) Veränderung der integralen Schweißmenge nach Auslassung der 8 Kapseln.

Unter "integraler Schweißmenge" verstehen wir die Summe der Schweißbildung aller 4 Körperteile.

Die Unterschiede der "integralen Schweißmenge" sind aus Tabelle I abzulesen.

Bei Vp VI. ändert sie sich kaum um 0,2%.

Bei Vp V. beträgt die Veränderung der integralen Schweißmengen 8%. Diese Veränderungen sind relativ sehr gering und entsprechen auch den geringen Veränderungen der mittleren Intensitäten (siehe Abschnitt I).

TABELLE I: INTEGRALE SCHWEISSMENGE

RK Vp 1.	578,7	567,3	481,6	465,7	389,7	479,1	441,1	380,9		475,0
AK "	597,1	617,8	529,5	495,5	433,4	495,4	430,7	520,2		514,9
RK - AK / RK										-7,7%
RK Vp 2.	550,3	749,8	546,5	487,9	499,4	496,1	496,5	638,2	260,3	525,0
AK "	549,8	600,2	506,1	507,3	470,8	493,0	480,3	599,3	260,0	496,3
RK - AK / RK										+5,9%
RK Vp 3.	468,0	397,3	473,9	547,8	427,8	571,8	398,0	451,7	369,9	456,2
AK "	505,3	382,4	433,5	538,2	444,5	521,3	339,8	471,2	349,5	442,9
RK - AK / RK										+2,9%
RK Vp 4.	255,4	281,9	361,2	349,3	299,5	297,1	387,1	418,2	245,2	321,6
AK "	261,7	261,3	357,3	345,5	312,1	309,7	395,7	418,5	245,9	323,1
RK - AK / RK										-4,6%
RK Vp 5.	624,7	548,3	800,3	407,3	557,9	677,5	597,4	632,7	827,3	630,4
AK "	597,5	554,4	768,7	429,7	527,7	629,7	566,5	548,5	815,6	604,2
RK - AK / RK										+8%
RK Vp 6.	315,1	359,2	415,3	442,9	526,9	337,5	376,2	378,9	272,5	380,5
AK "	300,3	352,8	426,1	476,0	482,5	352,3	354,6	400,8	287,6	381,4
RK - AK / RK										-0,2%

+ bedeutet: Ergebnis mit 17 Kapseln höher als mit 25 Kapseln

III. Änderung des prozentualen Anteils der Körperteile nach Weglassung von 8 Kapseln.

Unter prozentualem Anteil der Körperteile versteht man das Verhältnis in % der Schweißbildung zur integralen Schweißmenge.

Also: Prozentualer Anteil in % = $\frac{S}{I.S} \times 100$

Es werden wieder die Werte beim Versuch mit allen 25 Kapseln mit den Werten bei reduzierter Zahl von Kapseln verglichen.

Siehe die 4 Tabellen: 1. Kopf
2. Stamm
3. Obere Extremitäten
4. Untere Extremitäten

An Hand der Kurven läßt sich zeigen, daß beim Stamm höchstens ein Unterschied von 5% und mindestens von 1,5% besteht.

Bei den oberen Extremitäten:
ein Unterschied von höchstens 2,8% und mindestens 0,6%.

Bei den unteren Extremitäten:
ein Unterschied von höchstens 1,9% und mindestens 0,5%.

Beim Kopf ist der Unterschied am niedrigsten:
maximal 0,8%
minimal 0,1%

PROZENTUALE ANTEILE DER SCHWEISSEKRETION AM KOPF BEI DEN 6 VERSUCHSPERSONEN.

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	%
RK Vp 1.	8,9	9,8	12,6	7,2	12,2	9,2	9,9	14,5		10,5
AK "	8,7	8,9	11,5	6,8	10,9	8,6	12,9	10,3		9,8
$\frac{RK - AK}{RK}$										+ 7,2
RK Vp 2.	5,5	4,3	4,4	6,2	5,8	4,9	6,2	3,4	6,4	5,3
AK "	5,5	5,3	4,8	6,0	6,2	4,9	6,5	3,7	6,2	5,4
$\frac{RK - AK}{RK}$										- 1,8
RK Vp 3.	10,7	5,3	9,0	13,1	8,5	8,8	9,0	9,0	9,5	9,2
AK "	9,9	5,2	9,9	13,4	8,3	9,7	10,6	8,6	10,1	9,5
$\frac{RK - AK}{RK}$										- 3,2
RK Vp 4.	10,0	15,5	16,7	15,9	15,0	22,0	12,7	10,9	19,2	15,4
AK "	9,8	16,8	17,0	16,1	14,5	21,1	12,5	11,0	19,2	15,3
$\frac{RK - AK}{RK}$										+ 0,7
RK Vp 5.	9,8	9,0	11,1	11,5	8,4	10,2	9,8	9,0	8,8	9,7
AK "	10,3	9,0	11,6	11,0	8,9	11,0	10,4	9,3	9,0	10,1
$\frac{RK - AK}{RK}$										+ 4,0
RK Vp 6.	7,7	8,3	10,0	10,0	7,2	11,1	6,3	14,3	17,6	10,3
AK "	8,1	8,5	9,8	9,3	7,9	10,6	6,7	13,5	16,7	10,2
$\frac{RK - AK}{RK}$										+ 1,0

+ bedeutet: Ergebnis mit 17 Kapseln höher als mit 25 Kapseln

RK: reduzierte Zahl der Kapseln

AK: alle Kapseln

PROZENTUALE ANTEILE DER SCHWEISSEKRETION AM ARM BEI DEN 6 VERSUCHSPERSONE

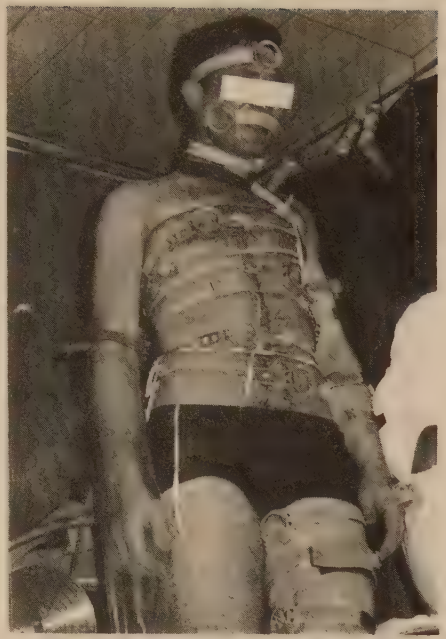
	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	%
RK Vp 1.	13,1	14,4	13,4	20,4	16,5	19,0	19,4	14,5		16,9%
AK "	15,6	16,0	14,7	21,5	15,3	21,1	12,8	19,7		17,2%
$\frac{RK - AK}{RK}$										-10 %
RK Vp 2.	13,7	21,1	13,9	15,9	12,6	23,9	20,0	13,6	13,0	16,4%
AK "	14,6	2,3	16,9	17,8	11,9	21,3	19,3	14,6	13,1	14,7%
$\frac{RK - AK}{RK}$										+10%
RK Vp 3.	15,7	23,1	17,6	21,5	16,1	21,0	10,2	12,6	18,1	17,3%
AK "	17,4	25,1	19,8	20,1	20,2	25,8	16,2	13,9	22,2	20,1%
$\frac{RK - AK}{RK}$										-16%
RK Vp 4.	12,7	13,6	9,5	16,2	12,8	13,6	12,0	17,4	21,4	14,3%
AK "	15,5	14,8	10,8	16,5	16,3	14,4	12,8	17,5	14,9	14,9%
$\frac{RK - AK}{RK}$										-5%
RK Vp 5.	18,0	24,0	22,3	26,9	22,9	18,8	21,3	19,5	25,7	22,1%
AK "	15,3	21,0	19,1	21,8	20,1	19,1	16,9	21,5	19,2	19,4%
$\frac{RK - AK}{RK}$										+15%
RK Vp 6.	21,3	22,9	20,8	19,9	22,8	21,0	18,9	22,3	21,1	21,2%
AK "	23,7	24,5	20,3	19,0	15,5	16,4	22,8	21,6	18,0	20,2%
$\frac{RK - AK}{RK}$										+4%

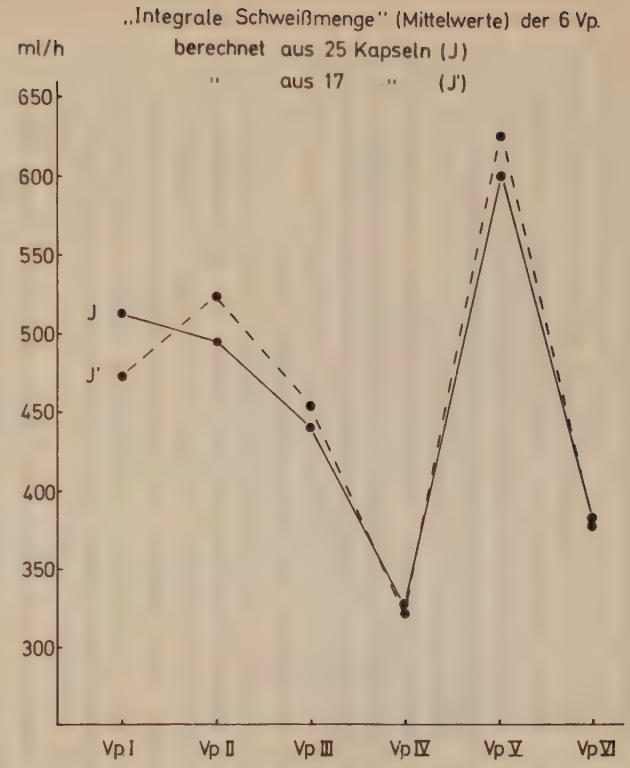
PROZENTUALE ANTEILE DER SCHWEISSEKRETION AM STAMM BEI DEN 6 VERSUCHSPERSONEN

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	%
RK Vp 1.	46,2	47,0	48,8	48,1	42,3	38,6	45,3	39,1		43,8%
AK "	47,4	50,3	52,0	49,2	49,0	44,4	47,5	49,9		48,7%
$\frac{RK - AK}{RK}$										-10,4%
RK Vp 2.	42,8	31,9	37,8	31,3	39,6	31,6	32,4	38,8	38,0	36,0%
AK "	46,6	43,4	34,3	35,8	41,2	38,5	35,2	41,3	41,3	39,5%
$\frac{RK - AK}{RK}$										-9%
RK Vp 3.	48,8	36,5	51,5	41,1	48,2	52,7	53,7	48,2	58,8	48,8%
AK "	51,5	34,0	49,4	41,9	46,4	46,2	42,8	50,3	54,7	46,4%
$\frac{RK - AK}{RK}$										+5%
RK Vp 4.	52,2	53,2	55,3	45,3	40,3	40,6	53,8	41,9	30,6	41,4%
AK "	47,8	49,5	54,9	45,9	38,8	41,8	53,8	43,9	39,0	46,1%
$\frac{RK - AK}{RK}$										-11%
RK Vp 5.	43,8	39,2	36,5	34,2	47,1	43,6	46,4	42,1	35,3	40,9%
AK "	45,3	43,5	40,9	43,4	49,9	43,0	49,9	48,0	44,0	45,3%
$\frac{RK - AK}{RK}$										-10%
RK Vp 6.	45,7	35,4	34,6	41,2	45,7	36,0	44,2	35,1	33,5	39,0%
AK "	44,4	35,4	39,1	44,9	51,8	42,5	39,1	38,1	37,6	41,5%
$\frac{RK - AK}{RK}$										-6%

PROZENTUALER ANTEIL DER SCHWEISSEKRETION AM BEIN BEI DEN 6 VERSUCHSPERSONE

RK Vp 1.	31,8	28,8	25,2	24,3	29,0	33,2	25,4	31,9		28,6 %
AK "	38,3	24,7	21,8	22,5	24,6	25,8	26,8	23,0		-
$\frac{RK - AK}{RK}$										
RK Vp 2.	38,0	42,7	43,9	46,6	42,0	39,6	41,4	44,2	42,6	42,3 %
AK "	33,2	49,0	44,0	40,4	40,7	35,3	39,0	42,4	39,4	40,4 %
$\frac{RK - AK}{RK}$										+ 4%
RK Vp 3.	23,8	35,1	21,9	24,3	27,2	17,5	27,1	30,2	13,6	24,5 %
AK "	21,3	35,7	21,0	24,6	25,1	18,2	30,4	27,2	13,0	24,0 %
$\frac{RK - AK}{RK}$										+ 2%
RK Vp4.	27,1	17,7	18,5	22,6	31,9	23,8	21,5	29,8	28,8	24,6 %
AK "	26,9	19,0	17,4	21,5	30,5	22,7	20,9	27,7	26,9	23,8 %
$\frac{RK - AK}{RK}$										+ 3%
RK Vp 5.	28,4	27,8	30,1	26,5	21,6	27,4	22,5	29,4	30,2	27,1 %
AK "	29,1	26,5	28,4	23,8	21,1	26,9	22,8	21,1	27,9	25,3 %
$\frac{RK - AK}{RK}$										+ 6%
RK Vp. 6	25,3	33,4	34,6	28,9	24,3	31,9	30,6	28,3	27,8	26,3%
AK "	23,9	31,6	30,8	26,8	24,8	30,5	31,4	26,8	27,7	28,2%
$\frac{RK - AK}{RK}$										-6%





"Integrale Schweißmenge" (Mittelwerte) der 6 Vp.
berechnet aus 25 Kapseln (J)
" aus 17 " (J')

Diskussion und Schlußvolgerung

Wir fanden eine Versuchsperson bei der die Unterschiede zwischen beiden Methoden groß waren. Bei anderen Versuchspersonen waren die Abweichungen nur zufällig.
Bei $V_p 1$ lagen die Unterschiede bei 17% für den Stamm, 12% für den Arm, und 7% für das Bein.

Man kann sich fragen, ob die Abweichungen zwischen beiden Methoden rein zufällig sind, oder ob die verwendete Methode der regionalen Schweißbildung tatsächliche Unterschiede zwischen den Versuchspersonen wiedergibt - was für die Zuverlässigkeit der Methode sprechen würde.

Man darf wohl von vorneherein annehmen, daß es Menschen gibt bei denen Verteilung und Aktivität der Schweißdrüsen auf der Körperoberfläche innerhalb einer Region ziemlich einheitlich sind, während bei anderen größere Unterschiede zwischen eng benachbarten Hautarealen bestehen (HÖFLER 1968). Die Unterschiede zwischen unseren Versuchspersonen sind also wahrscheinlich reell.
Unter diesem Gesichtspunkt wäre eine möglichst große Zahl von Meßstellen anzustreben, um auch bei Menschen mit größeren regionalen Unterschiede repräsentative Werte für eine Körperregion zu erhalten.

Die gute Übereinstimmung der aus den Meßwerten berechneten Integralen Schweißmengen JS zwischen den beiden verwendeten Methoden spricht dafür, daß auch mit reduzierter Zahl von Meßstellen brauchbare Ergebnisse möglich sind.

Wenn praktische Gründe eine weniger aufwendige Methode nahelegen, dürften gegen die Verwendung einer kleineren Zahl von Meßstellen keine grundsächlichen Bedenken bestehen.

Die uns am meisten interessierende Größe ist der prozentuale Anteil der einzelnen Körperregionen an der Gesammtschweißproduktion. Hier sind die Unterschiede bei der Berechnung aus 25 bzw. 17 Kapseln so gering, daß für die

Bestimmung von Veränderungen der regionalen Schweißbildung im Verlauf der Hitzeakklimatisation etwa 17 Meßstellen ausreichend sein dürften.

Eine grundsächliche Verbesserung der Methode bei möglichst geringem Arbeits- und Zeitaufwand dürfte nur mit einer Modifikation möglich sein, bei der wenige Meßstellen von wesentlich größerer Oberfläche und besser definierter Meßfläche verwendet werden.
Eine solche Modifikation wird zur Zeit in unserem Laboratorium geprüft.

Abbildungen:

1) Alle 25 Kapseln.
2) 17 Kapseln.
3) Korrelation zwischen der Mittleren Intensität berechnet aus 17 Kapseln J' und berechnet aus 25 Kapseln J. Arm. Links Versuchsperson 1, rechts Versuchsperson 4.
4) """" Bein
5) """" Stamm
6) "Integrale Schweißmenge" (Mittelwerte) der 6 Vp.
   berechnet aus 25 Kapseln (J)
   " aus 17 " (J')
7) Reihenfolge der Kapseln an einer Versuchsperson.

Literaturverzeichnis

1. DU BOIS — The measurement of the surface area of man. Archiv. int. med. (1915) 868 - 881.
2. HÖFLER, W. — Verlauf der Hitzeakklimatisation in einem natürlichen tropischen Klima. Zeitschrift Tropenmed. Parasitol. 17, 127 (1966).
3. HÖFLER, W. — Verhalten der Schweißsekretion bei der Akklimatisation in einem natürlichen tropischen Klima. Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. 22, 317 (1966) b.
4. HÖFLER, W. — Changes in regional distribution of sweating during acclimatization to heat. Journal of Applied Physiology Vol. 25, No. 5, November 1968.
5. HÖFLER, W. LADIPOH, J. LAASER, U. — Beziehungen zwischen Schweißmenge, Verdunstung und Körpertemperatur bei der Akklimatisation in künstlichem feuchtheißem Klima (1968). Int. Z. angew. Physiol. 27, 34 - 42 (1969).
6. KUNO, Y. — The Physiology of Human Perspiration London: Churchill (1956).
7. LAASER, U: — Physiologische Reaktion während eines fünfwöchigen Daueraufenthaltes in einem künstlichen feuchtheißen Klima. Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. 25, 279 - 302 (1968).
8. SCHNEIDER, M. — Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 15. Auflage. Springer - Verlag.(1964) S. 233.
9. SCHMOLL, D. — Phasen der Akklimatisation an Hitzearbeit während eines dreiwöchigen Daueraufenthaltes in einem feuchtheißen Klima. (Dissertation Tübingen 1967).
10. VOIGT, R. — Veränderungen an der Schweißsekretion bei Daueraufenthalt in einem Künstlichen feuchtheißen Klima. (Dissertation Tübingen 1967).
11. WEINER, J. S. — The regional distribution of sweating. J. Physiol. (Lond.) 104, 32 (1945).

Ich möchte mich hier insbesondere bei Herrn Prof. Dr. HÖFLER für das Thema dieser Arbeit bedanken. Ich danke ihm auch für seine persönliche Hilfe bei der Durchführung der Versuche in der Klimakammer und für seine wertvollen Ratschläge zur Auswertung der Ergebnisse.

Frl. HERMANN möchte ich auch danken für ihre Assistenz bei den Versuchen.

Lebenslauf

Am 16. 2. 1944 wurde ich, Ben Jelloun Mohamed, als Sohn des Kaufmanns Ben Jelloun Tahar und seiner Ehefrau Rabia, geborene Trachen, in Fés, Marokko geboren.

Nach fünfjährigem Volksschulbesuch in Salé erfolgte meine weitere Ausbildung von 1956 bis 1962 in einer französischen Schule "Lycée Gouraud" in Rabat, Marokko, wo ich 1961 das "Baccalauréat 1. Partie" und 1962 das Baccalauréat 2. Partie" ablegte.

Im Wintersemester 1962/63 begann ich nach einem Sprachkurs für Ausländer im Goethe Institut-Bad Reichenhall und nach bestandener Sprachprüfung in Tübingen mein Medizinstudium.

Das Vorphysikum bestand ich im Oktober 1963 und das Physikum im Februar 1966.

Das Staatsexamen absolvierte ich am 31. Juli 1969.